



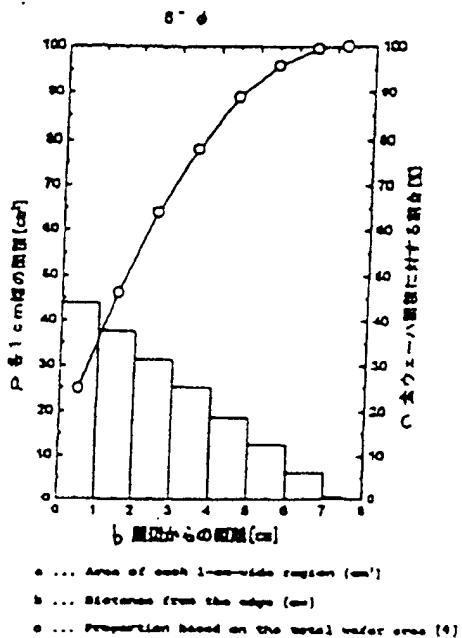
(51) 国際特許分類6 C30B 29/06, 15/20, H01L 21/02	A1	(11) 国際公開番号 WO97/26393
		(43) 国際公開日 1997年7月24日(24.07.97)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/00090		(31) 権利種別 KR, US, 歐州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) 国際出願日 1997年1月17日(17.01.97)		添付公開書類 国際調査報告書
(30) 優先権データ 特願平8/25928 1996年1月19日(19.01.96) JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.)[JP/JP] 〒100 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号 Tokyo, (JP)		
(72) 発明者: および 高野清隆(TAKANO, Kiyotaka)[JP/JP] 近田 駿(IIDA, Makoto)[JP/JP] 坂野栄一(IINO, Eiichi)[JP/JP] 木村雅規(KIMURA, Masanori)[JP/JP] 山岸浩利(YAMAGISHI, Hirotochi)[JP/JP] 〒379-01 群馬県安中市穂部2丁目13番1号 信越半導体株式会社 半導体研究研究所内 Gunma, (JP)		
(74) 代理人 弁理士 好古幹夫(YOSHIMIYA, Mikio) 〒110 東京都台東区台東2丁目19番10号 Tokyo, (JP)		

(54) Title: SILICON SINGLE CRYSTAL WITH NO CRYSTAL DEFECT IN PERIPHERAL PART OF WAFER AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称 ウニーハ周辺部に結晶欠陥がないシリコン単結晶およびその製造方法

(57) Abstract

A silicon single-crystal wafer having a diameter of 6 inches or larger and improved in the dielectric strength of oxide film especially in a peripheral part thereof is provided to thereby heighten the yield of device chips produced per wafer. This wafer has no defects with regard to the dielectric strength of oxide film in its peripheral region which extends from the edge and accounts for up to 50 % of the total area, in particular which extends from the edge to a circle 30 mm apart from the edge. A process for easily producing, by the Czochralski method, a silicon single-crystal wafer improved in the dielectric strength of oxide film especially in a peripheral part thereof without considerably lowering the production efficiency. In this process, the silicon single crystal which is being grown by the Czochralski method is withdrawn at a rate which is 80 to 60 % of the critical rate inherent in the pulling device.



特にウエーハ周辺部で酸化膜耐圧を改善した6インチ以上の大口径シリコン単結晶ウエーハを提供し、1枚のシリコンウエーハから作製されるデバイスチップの歩留を向上させる。このウエーハにおいては、ウエーハ外周から面積比50%までの領域、特にはウエーハ外周から30mmまでが酸化膜耐圧不良のない無欠陥領域である。また、特にウエーハ周辺部で酸化膜耐圧を改善したチョクラルスキー法によるシリコン単結晶ウエーハを、簡単にかつ生産性を極端に低下させることなく提供するシリコン単結晶の製造方法を提供する。この方法においては、チョクラルスキー法によるシリコン単結晶の引き上げにおいて、引上装置固有の限界引上速度に対し、80~60%の引上速度で単結晶を育成する。

情報としての用途のみ PCTに基づいて公報される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加査語を固定するために使用されるコード			
AL アルバニア	EE エストニア	LR リベリア	RU ロシア連邦
AM アルメニア	ES スペイン	LS レソト	SD スーダン
AT オーストリア	FI フィンランド	LT リトアニア	SE スウェーデン
AU オーストラリア	FR フランス	LU ルクセンブルグ	SG シンゴポール
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LV ラトヴィア	SI スロベニア
BB バルバドス	GB イギリス	MC モナコ	SK スロヴァキア共和国
BE ベルギー	GE グルジア	MD モルドベ	SN セネガル
BF ブルガリア・ファン	GN ガーナ	MG マダガスカル	SZ スワジランド
BC ブルガリア	GR ギニア	MK マケドニア旧ユーゴスラ	TD ティード
BJ ベナン	HU ヘンガリー	VI ヴィア共和国	TG ティゴ
BR ブラジル	I E アイルランド	ML マリ	TJ タジキスタン
BY ベラルーシ	IS アイスランド	MN モンゴル	TM トルクメニスタン
CA カナダ	IT イタリー	MR モーリタニア	TR トルコ
CF 中央アフリカ共和国	JP 日本	MW マラウイ	TT トリニダード・トバゴ
CG コンゴー	KE ケニア	MX メキシコ	UA ウクライナ
CH スイス	KG キルギス	NE ニジェール	UG ウガンダ
CI コート・ジボアール	KP 韓民主主義人民共和国	NL オランダ	US 米国
CM カメルーン	KR 大韓民国	NO ノルウェー	UZ ウズベキスタン共和国
CN 中国	KZ カザフスタン	NZ ニュージーランド	VN ヴィエトナム
CZ チェコ共和国	L I ラヒテンシュタイン	PL ポーランド	YU ユーゴスラビア
DE ドイツ	L K スリランカ	PT ポルトガル	
DK デンマーク		RO ルーマニア	

## 明細書

## ウエーハ周辺部に結晶欠陥がないシリコン単結晶およびその製造方法

## 5 技術分野

本発明は、ウエーハ周辺部で酸化膜耐圧を改善したチョクラルスキ法によるシリコン単結晶を、簡単にかつ生産性を極端に低下させることなく得る技術に関する。

## 10 背景技術

近年は、半導体回路の高集積化に伴う素子の微細化により、MOS-LSIのゲート電極部の絶縁酸化膜はより薄膜化されており、このような薄い絶縁酸化膜においてもデバイス素子動作時に絶縁耐圧が高いこと、リーク電流が小さいことすなわち、酸化膜の信頼性が高いことが要求されている。

この点、チョクラルスキ法 (Czochralski法、以下CZ法という。) によるシリコン単結晶より製造されたシリコンウェーハの酸化膜耐圧は、浮遊帯溶融法 (Floating Zone法、FZ法という。) によるシリコン単結晶より製造されたウェーハや、CZ法によるウェーハ上にシリコン単結晶薄膜を成長させたエピタキシャルウェーハの酸化膜耐圧に比べて著しく低いことが知られている ('サブミクロンデバイスII、3ゲート酸化膜の信頼性'、小柳光正、丸善(株)、P70)。

このCZ法において酸化膜耐圧を劣化させる主な原因は、シリコン単結晶育成時に導入される結晶欠陥によることが判明しており、結晶成長速度を極端に低下 (例えば 0.4mm/min以下) させることで、CZ法によ

るシリコン単結晶の酸化膜耐圧を著しく改善できることも知られている（例えば、特開平2-267195号公報参照）。

しかし、酸化膜耐圧を改善するために、単に結晶成長速度を従来の1mm/min以上から、0.4mm/min以下に低下させたのでは、酸化膜耐圧は改善できるものの、単結晶の生産性が半分以下となり、著しいコストの上昇をもたらしてしまう。

この点、従来のCZ法によるシリコン単結晶の製造では、単結晶の生産性を極限まで追求するために、個々の引上装置に固有の限界引上速度もしくはその近傍の速度で単結晶を育成していた。このようにして育成された単結晶棒より作製されたウエーハは、その面内の欠陥分布は中心部から周辺部まで比較的均一な密度分布を有している。従って、1枚のウエーハから例えば100個程度のデバイスチップを作製する場合の歩留は、ウエーハ中心部と周辺部とで変わりはなく、その不良率はウエーハ面内でほぼ均一であった。

ところが、ウエーハ全面にわたり酸化膜耐圧を改善するためには、前述のように極端な引上速度の低速化が必要であるが、1枚のウエーハにおける面積の割合は、相対的に周辺部の方が高いのであり、デバイス歩留に大きく影響を与えるのは、その周辺部での収率如何である。

従って、1枚のシリコン単結晶ウエーハから取れるデバイスチップ歩留を向上させるためには、まずウエーハ周辺部での酸化膜耐圧を改善する必要がある。

本発明は、このような問題点に鑑みなされたもので、特にウエーハ周辺部で酸化膜耐圧を改善したチョクラルスキーフ法によるシリコン単結晶を、簡単にかつ生産性を極端に低下させることなく提供し、1枚のシリコンウエーハから作製されるデバイスチップの歩留を向上させることを目的とする。

### 発明の開示

上記課題を解決するため、本発明の請求項1および2に記載した発明は、6インチ以上の大口径シリコン単結晶ウエーハであって、ウエーハ外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmまでが酸化膜耐圧不良のない無欠陥領域であることを特徴とする。

このように、デバイステップ歩留に大きく影響する、ウエーハ外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmまでを無欠陥領域とすることによって、この領域の酸化膜耐圧を改善し、1枚のシリコンウエーハから作製されるデバイステップ歩留を向上させることができる。

また、本発明の請求項3および請求項4に記載した発明は、6インチ以上の大口径シリコン単結晶ウエーハにおいて、ウエーハ外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmまでが無欠陥領域であり、かつ含有酸素濃度が17ppma以下であることを特徴とする。

このように、デバイステップ歩留に大きく影響する、ウエーハ外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmまでを無欠陥領域とすることによって、この領域の酸化膜耐圧を改善するとともに、含有酸素濃度を17ppma以下とすることによって、OSF（酸化誘起積層欠陥）の発生を抑制し、1枚のシリコンウエーハから作製されるデバイステップ歩留を一層向上させることができる。

さらに、本発明の請求項5に記載した発明は、テヨクラルスキー法によるシリコン単結晶の引き上げにおいて、引上装置固有の限界引上速度に対し、80～60%の引上速度で単結晶を育成することを特徴とする。

このような方法によってはじめて、ウエーハ外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmまでを無欠陥領域とすることでき、前記請求項1から請求項4に記載した酸化膜耐圧を改善したシリコン単

結晶ウエーハを作製することができる。

すなわち、本発明により、ウエーハ外周から面積比 50 %までの領域、特に外周から 30 mmまでの領域における、F P D、L S T Dといった酸化膜耐圧を劣化させる結晶欠陥をなくすことが出来る。そして、例えればウエーハ外周から 30 mmまでの領域の面積比は、ウエーハ全体の面積に対して 6 インチで 60 %以上、8 インチで 50 %以上となることから、1枚のウエーハから得られるデバイスチップ歩留を向上させることが出来る。

また、本発明にあっては、ウエーハ周辺部に限らず、その内側の領域においても、従来の結晶に比し欠陥密度の低減を図ることが出来るので、周辺部を無欠陥領域と出来ることと相まって、1枚のシリコンウエーハから得られるデバイスチップ歩留を飛躍的に向上することが可能である。

さらに、本発明たる上記のウエーハを製造するには、引上装置に固有の限界引上速度に対し、80 ~ 60 %の引上速度として単結晶を引き上げれば良く、簡単に、かつ生産性を極端に低下させることもなく、酸化膜耐圧を改善したウエーハを得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 A および図 1 B は、1枚のウエーハにおける、周辺からの距離と、その占める割合との関係を示した図である。図 1 A は、6 インチの場合であり、図 1 B は、8 インチの場合である。

図 2 A および図 2 B は、C Z 法による単結晶引上装置の断面概略図である。図 2 A は、従来の炉内構造の一例であり、図 2 B は、成長結晶が冷却されにくい従来例である。

図 3 は、種々の引上速度における、ウエーハ面内の F P D 欠陥の密度分布を測定した結果を示した図である。

図4は、種々の引上速度における、ウエーハ面内のLSTD欠陥の密度分布を測定した結果を示した図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

5 以下、本発明を更に詳細に説明するが、説明に先立ち各用語につき予め解説しておく。

10 1) FPD (Flow Pattern Defect) とは、成長後のシリコン単結晶棒からウエーハを切り出し、表面の歪み層を沸酸と硝酸の混合液でエッティングして取り除いた後、K, Cr, O, と希酸と水の混合液で表面をエッティングすることによりピットおよびさざ波模様が生じる。このさざ波模様をFPDと称し、ウエーハ面内のFPD密度が高いほど酸化膜耐圧の不良が増える（特開平4-192345号公報参照）。

15 2) LSTD (Laser Scattering Tomography Defect) とは、成長後のシリコン単結晶棒からウエーハを切り出し、表面の歪み層を希酸と硝酸の混合液でエッティングして取り除いた後、ウエーハを劈開する。この劈開面より赤外光を入射し、ウエーハ表面から出た光を検出することでウエーハ内に存在する欠陥による散乱光を検出することができる。ここで観察される散乱体については学会等すでに報告があり、酸素析出物とみなされている（J. J. A. P. Vol. 32, P 3679, 1993参照）。

20 これらFPD、LSTDの欠陥密度は酸化膜耐圧の不良率と強い相関があることから、共に酸化膜耐圧劣化因子と考えられている。本発明者は、これらの欠陥のウエーハ面内分布を調査したところ、限界引上速度近傍で引き上げる従来法におけるウエーハの面内分布は、外周から約5mm程度まではほぼ無欠陥となるが、それ以外ではほぼ均一に分布し

ており、従って酸化膜耐圧特性もウエーハ面内ではほぼ均一な特性分布をしていることが確認された。

ところが、1枚のウエーハにおいて、その面積を占める割合は、周辺部の方が高いのであり、例えば、ウエーハ外周から30mmまでの面積は、図1Aおよび図1Bに6インチと8インチの場合につき示したように、ウエーハ全体の面積に対して、6インチで60%以上、8インチでも50%以上を占める。従って、この領域がデバイスステップ歩留に影響する割合が非常に高いのであり、デバイスステップ歩留を向上させるためには、まずこの面積比50%までの領域の酸化膜耐圧を改善する必要がある。本発明者らは、このような点を考慮して、いかにしてウエーハ外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmまでの酸化膜耐圧を改善するか、すなわちウエーハ外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmまでの前記FPD、LSTD欠陥の改善を図るかを調査検討した結果、本発明を完成させたものである。

すなわち、本発明者らは同一の引上装置の同一の炉内構造で、単結晶を種々の引上速度（単結晶成長速度）で成長させた場合に、引上速度を引上装置固有の限界引上速度の80%以下にまで低下させると、単結晶の外周から面積比50%以上まで、特には外周から30mm以上まで無欠陥領域が形成されることを確認したのである。

尚、ここでいう限界引上速度とは、単結晶の平均引上速度（単結晶の平均成長速度）であって、それ以上速度を上げると成長結晶棒が変形し円柱状の形状を維持できなくなる速度を意味している。この限界引上速度は引上装置およびその炉内構造に固有のもので、個々の引上装置によって、また同一の引上装置でもその炉内構造により変化するものである。

従って、この限界引上速度を求めるためには、実際に当該引上装置によって単結晶棒の成長を何度か繰り返し、その際平均成長速度を各引き

上げ毎に徐々に増加させ、成長結晶棒が変形するようになった成長速度を調べることによって求めることができる。そして、この限界引上速度は、前述のように引上装置およびその炉内構造に固有のものであるから、各引上装置の各炉内構造毎に調べて求める必要がある。

5 こうして求められた限界引上速度に対し、80%以下の引上速度で単結晶を育成すると、単結晶の外周から面積比50%以上まで、特には外周から30mm以上までFPD、LSTD欠陥がない無欠陥領域となる。そして、更に引上速度を下げればより無欠陥領域は広がるもの、その分単結晶の生産性が下落し著しくコスト高となるため、限界引上速度に  
10 対し80~60%の引上速度とするのが望ましい。

これは60%まで引上速度を下げれば、単結晶の外周から面積比50%以上、特には外周から30mm以上は無欠陥領域となり、前述のようにこの領域は1枚のウエーハの全面積の半分あるいはそれ以上を占めるため、デバイスチップの歩留改善には大きな効果があるし、その上、本  
15 発明者らの実験では限界引上速度の80~60%の引上速度で単結晶を引き上げると、外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmの領域が無欠陥領域となるだけでなく、その内側の領域でも欠陥密度が大幅に減少し、内側の領域でも酸化膜耐圧が大幅に改善され、ウエーハ全体で著しいデバイスチップ歩留の向上が図れるからである。

20 但し、限界引上速度に対し引上速度を80%以下に下げ、かつ単結晶中の含有酸素濃度が17ppma JEIDA (Japan Electronic Industry Development and Association) を越えると、例え単結晶の周辺部にFPD、LSTD欠陥が存在しなくとも、酸化性雰囲気下、高温の熱処理後にリング状のOSFが発生することがある。このようなOSFはデバイス製  
25 造工程で種々の電気特性の劣化の原因となるため、本発明のウエーハ周

辺部で結晶欠陥がないシリコン単結晶の製造にあっては、含有酸素濃度を17ppma JEIDA以下となるようにすることが好ましい。

尚、シリコン単結晶の含有酸素濃度を17ppma以下とするには、CZ法において一般に行われている方法で行えば良い。例えば、ルツボ回転を低速にしたり、炉内の温度分布を調整したり、あるいは融液に磁場を印加するいわゆるMCZ法を用いる等の種々の方法で容易に達成することが可能である。

上記のウエーハ周辺部が無欠陥領域となる理論の詳細は必ずしも明らかではないが、FPD、LSTD欠陥がシリコン単結晶のいわゆるD領域に存在する欠陥であり、これらはリング状のOSFの内側にしか存在しないという従来からの知見から考察すると（「シリコン結晶成長とウエーハ加工」、阿部孝夫、p251～参照）、引上速度を低下させることでリング状のOSFの潜在核がウエーハ周辺部に存在し、これがためにウエーハ外周から面積比50%以上までの領域、特には外周から30mm以上にはFPD、LSTD欠陥が観察されなくなるものと思われる。

そして、ウエーハ中の含有酸素濃度が17ppma JEIDAを超えるようになると、前記OSFの潜在核は酸化性雰囲気下の高温熱処理によって、リング状に顕在化するようになることがあるのである。

つまり、本発明によりリング状のOSFの潜在核が単結晶の外周から面積比50%までの領域、特には外周から30mmまでに形成されるため、いわゆるD欠陥であるFPD、LSTDといった酸化膜耐圧を劣化させる結晶欠陥は、この領域には形成されなくなる。そして、このOSFの潜在核はシリコン単結晶中の含有酸素濃度が17ppma以下では顕在化することはなく、デバイス動作に対しては問題とはならず、結果としてウエーハ周辺部で結晶欠陥が存在しないシリコン単結晶ウエーハの作製が可能となるのである。

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

まず、従来のCZ法による単結晶引上装置の構成の一例を図2Aにより説明する。図に示すように、この単結晶引上装置100は、チャンバ101と、チャンバ101中に設けられたルツボ102と、ルツボ102の周囲に配置されたヒータ105と、ルツボ102を回転させるルツボ保持軸107及び回転機構108と、シリコンの種子結晶Sを保持するシードチャック22と、シードチャック22を引き上げるケーブル1と、ケーブル1を回転又は巻き取る巻取機構109を備えて構成されている。ルツボ102の内側の融液Lを収容する側には石英ルツボ103が設けられ、石英ルツボ103の外側には黒鉛ルツボ104が設けられている。また、ヒータ105の外側周囲には断熱材106が配置されている。更に、炉内のガスの流れを整え、発生するSiO等の反応ガスを有効に排出するため成長単結晶Cを回繞するように整流筒(図示せず)を設ける場合がある。また、最近ではチャンバ101の外側に、図示しない磁石やコイルを設置し、シリコン融液Lに水平方向または垂直方向の磁場あるいはいわゆるカブス磁場を印加することによって、融液Lの対流を抑制し、単結晶の安定成長をはかる、いわゆるMCZ法が用いられることが多い。

次に、上記の単結晶引上装置100による単結晶育成方法について説明する。

まず、ルツボ102内でシリコンの高純度多結晶原料を融点(約1400°C)以上に加熱して融解する。次に、ケーブル1を巻き出すことにより融液Lの表面略中心部に種子結晶Sの先端を接触又は浸漬させる。その後、ルツボ保持軸107を適宜の方向に回転させるとともに、ケーブル1を回転させながら巻き取り種子結晶Sを引き上げることにより、

単結晶育成が開始される。以後、引上速度と温度を適切に調節することにより略円柱形状の単結晶棒Cを得ることができる。

この場合、本発明のように限界引上速度に対し80～60%に引上速度を下げるには、ヒータ105に供給する電力を増大させ、融液および成長結晶Cの温度を高めにすればよい。融液および結晶の温度を高めに設定すれば、単結晶Cは設定直径を保つことができなくなるため、従前より引上速度を低下させることで、単位時間当たりの結晶化潜熱量をさげ、設定直径を保つことができることとなる。こうして引上速度と温度を適当に調整することによって、本発明のように限界引上速度に対し80～60%の範囲に平均引上速度を調整することができる。

限界引上速度は、例えば図2Aのごとき引上装置および炉内構造で、18インチ石英ルツボから直径6インチのシリコン単結晶を育成する場合は、その他炉内部材等の他の種々のファクターにもよるが、約1.0～1.6mm/minの範囲である。この場合、図2Aの断熱材106を図2Bのように上部に延長し、成長単結晶Cが冷却されにくくすると、その限界引上速度は、約0.6～1.2mm/minに下落する。

以下、本発明の実施例を示す。

#### (実施例)

図2Aに示した引上装置および炉内構造で、18インチ石英ルツボに原料多結晶シリコンを50Kgチャージし、直径6インチ、方位<100>のシリコン単結晶棒を種々の平均引上速度で育成した。

まず、引上速度をできるだけ高めに設定し、結晶が変形し始める速度を確認することによって、この炉内構造をもつこの引上装置に固有の限界引上速度を調べたところ、平均1.2mm/minであった（単結晶棒の直胴長さ約80cm）。

次に、この限界引上速度に対し平均引上速度を、100%，90%，

80%, 70%としたシリコン単結晶棒をそれぞれ育成した。

これらの単結晶棒から、ウエーハを切り出し、鏡面加工を施すことによって、シリコン単結晶の鏡面ウエーハを作製した。

こうして出来たシリコン単結晶の鏡面ウエーハにつき、前記F P D、  
5 L S T D欠陥の測定を行った。その測定結果を図3(F P D)、図4  
(L S T D)にグラフで示した。

図3および図4から明らかなように、引上速度を限界引上速度に対し  
低下させていくと、徐々にウエーハ周辺部に無欠陥領域が広がり、特に  
80%以下とすると、外周から30mmまでは完全に無欠陥となること  
10 がわかる。

更には、引上速度を低下させると、周辺部の無欠陥領域が拡大すると  
と共に、ウエーハ中心部の欠陥も減少することがわかる。特に、引上速度  
を限界引上速度に対し80%以下とすると、従来の結晶たる限界引上速  
度もしくはその近傍で引き上げたものの欠陥密度の約半分程度以下とな  
り、著しい改善が見られる。  
15

よって、このようなシリコン単結晶ウエーハを用いてデバイスを作製  
すれば、周辺部ではほぼ100%、中央部においても従来に比し格段の  
歩留の向上を図ることが出来る。

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施  
20 形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想  
と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなる  
ものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

例えば、上記実施形態においては、直径6インチもしくは8インチの  
シリコン単結晶を得る場合につき例を挙げて説明したが、本発明はこれ  
25 には限定されず、同様の作用効果は、直径10~16インチあるいはそれ  
以上の大口径のシリコン単結晶にもあてはまる。

## 請求の範囲

1. 6インチ以上の大口径シリコン単結晶ウエーハにおいて、ウエーハ外周から面積比50%までの領域が酸化膜耐圧不良のない無欠陥領域であることを特徴とするシリコン単結晶ウエーハ。
2. 6インチ以上の大口径シリコン単結晶ウエーハにおいて、ウエーハ外周から30mmまでが酸化膜耐圧不良のない無欠陥領域であることを特徴とするシリコン単結晶ウエーハ。
3. 6インチ以上の大口径シリコン単結晶ウエーハにおいて、ウエーハ外周から面積比50%までの領域が無欠陥領域であり、かつ含有酸素濃度が17ppma以下であることを特徴とするシリコン単結晶ウエーハ。
4. 6インチ以上の大口径シリコン単結晶ウエーハにおいて、ウエーハ外周から30mmまでが無欠陥領域であり、かつ含有酸素濃度が17ppma以下であることを特徴とするシリコン単結晶ウエーハ。
5. チョクラルスキー法によるシリコン単結晶の引き上げにおいて、引上装置固有の限界引上速度に対し、80~60%の引上速度で単結晶を育成することを特徴とするシリコン単結晶の製造方法。

図 1 B

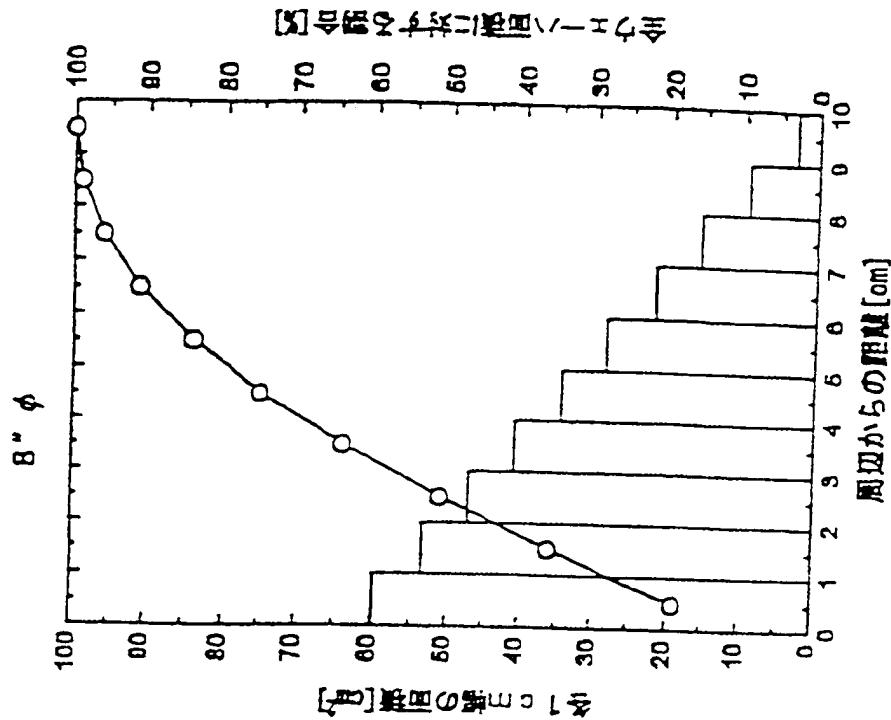
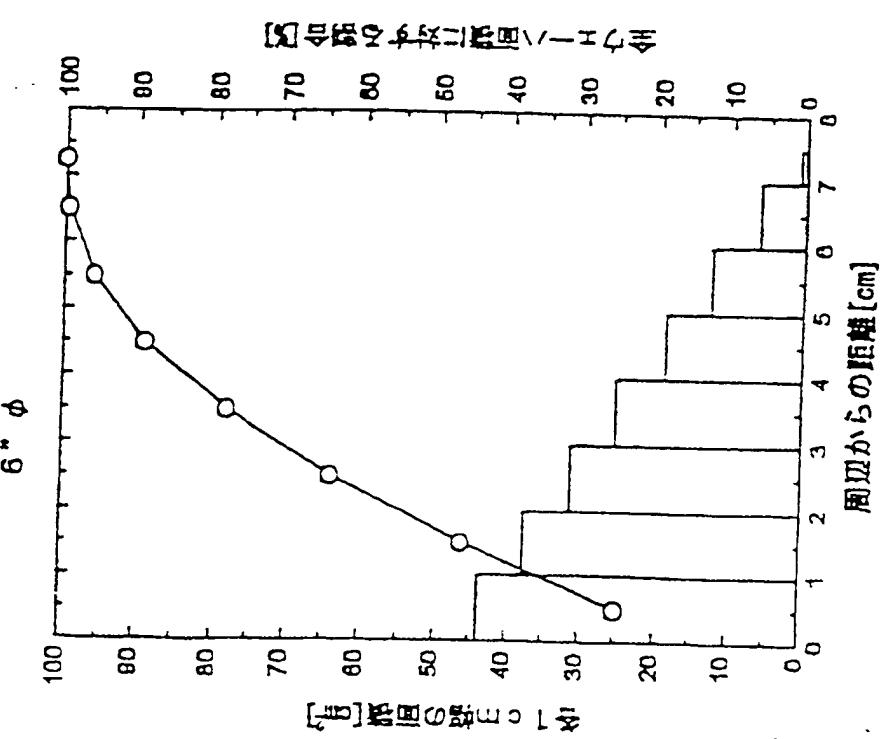


図 2 B

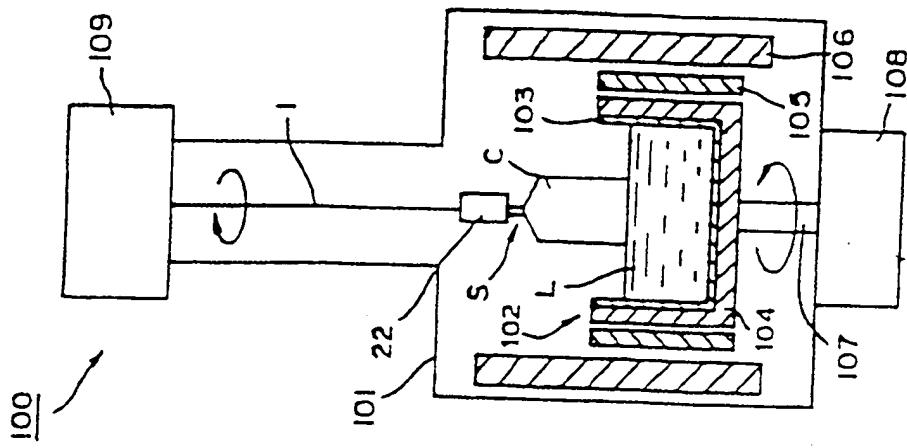


図 2 A

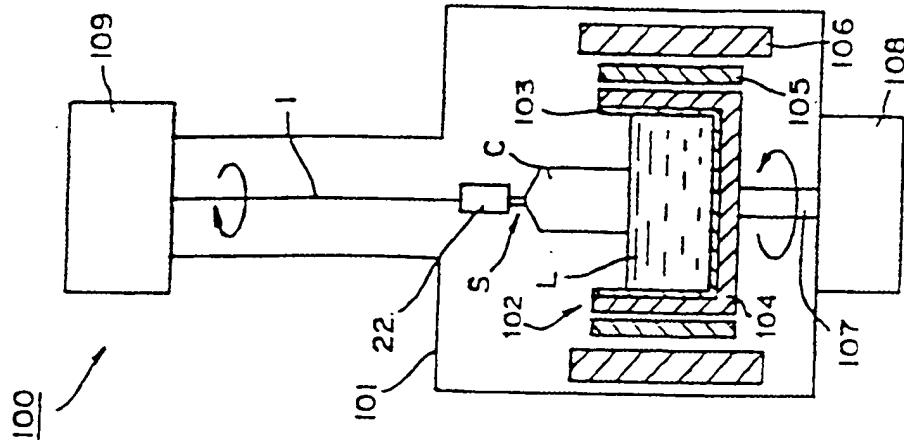
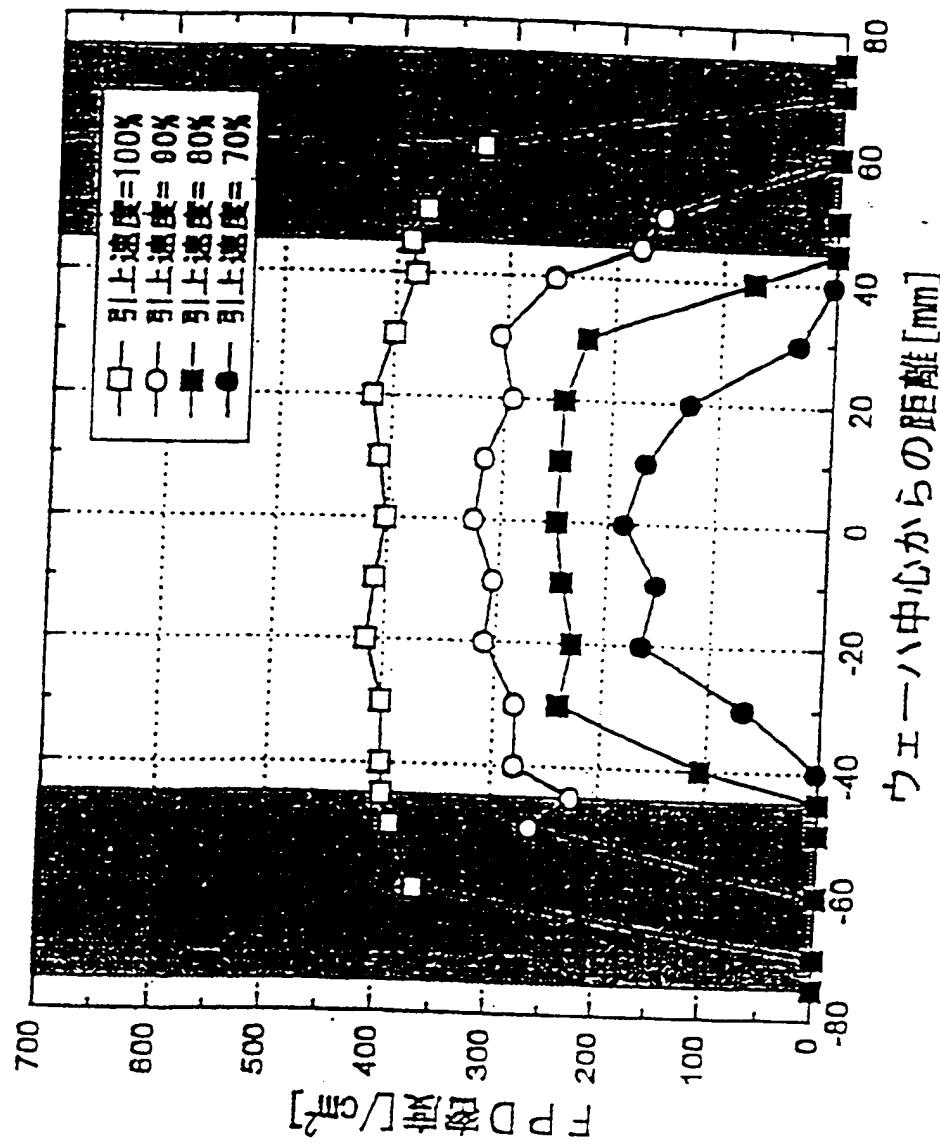


図 3



## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. Cl' C30B 29/06, C30B 15/20, H01L 21/02

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. Cl' C30B 29/06, C30B 15/20, H01L 21/02

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1997年  
 日本国公開実用新案公報 1971-1997年  
 日本国登録実用新案 1994-1997年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J.P. 6-56588, A. (九州電子金属株式会社 外1名)、1. 3月. 1994 (01. 03. 94)、請求項1、(ファミリーなし)	5
A	J.P. 6-279188, A. (三菱マテリアル株式会社 外1名)、26. 3月. 1993 (26. 03. 93)、請求項1及び第1図、(ファミリーなし)	1-4
A	J.P. 7-94543, A. (住友シチックス株式会社)、27. 3月. 1995 (27. 03. 95)、請求項4、(ファミリーなし)	1-4
A	J.P. 2-267195, A. (新日本製鐵株式会社 外1名)、31. 10月. 1990 (31. 10. 90)、請求項2、(ファミリーなし)	5

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

09. 04. 97

## 国際調査報告の発送日

22.04.97

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

近野 光知 印

4 G 9260

電話番号 03-3581-1101 内線 3418